أ

إبْطُ الجَوْزَاء

Beteigeuse, Betelgeuse *(A)*

هو النجم اليسارى (α) من الكتف فى كوكبة الجبار ، وهو عباره عن نجم متغير من نوع إتيا قيفاوى ، يتأرجح لمعانه البصرى الظاهرى بين ٠,٤ و ١.٣ قدرا وذلك فى دورة طولها حوالى ٥,٧ سنة . يتبع النجم كلا من النوع الطيفى M2 والقوة الإشعاعية I، أى أنه فوق عملاق أحمر . وبمقارنة النجم بالشمس نجد أن له أكثر من عشرة آلاف مرة قدر قوة إشعاعها ويبلغ قطره من حوالى ٣٠٠ إلى ٤٠٠ مرة قدر قطرها . أى أن إبط الجوزاء فيه مكان لمدار الشمس الظاهرى حول الأرض . تقدر درجة الحرارة الفعالة لهذا النجم بأقل من ٤٠٠٠° ك ولهذا يبدو أصفر محمر خصوصا عند مقارنته بالنجم المجاور ـ الرِجْل (رِجْل الجبار) ـ الذى له درجة حرارة أعلى من ذلك . يبعد إبط الجوزاء عنا بحوالى ١٨ بارسك أى ١٠٠ سنة ضوئية .

الأبعاد الطبيعية (أبعاد الحالة)

stellar characteristics
caractéristiques stellaires (pf)
Zustandsgrösse *(pm)*

هى الأبعاد التى يتم رصدها مباشرة أو غير مباشرة ، والتى تحدد مع أبعاد أخرى الحالة الفيزيائية للنجم .

والأبعاد الطبيعية هى : (١) الكتله ، (٢) قوة الإشعاع ؛ أى ما ينبعث فى كل ثانية من طاقة النجم الكلية تعطى إما بالإرج / ث أو باللمعان المطلق البولومترى ، (٣) نصف القطر ، (٤) درجة الحرارة الفعالة : أى درجة حرارة جسم أسود يشع فى كل ثانية من وحدة مساحة سطحه نفس الطاقة مثل النجم ، (٥)النوع الطيفى الذى يميز تفاصيل طيف النجم ، (٦) الكثافة المتوسطة ، (٧) إنتاج الطاقة المتوسط فى النجم لكل جوام من مادته فى كل ثانية ، (٨)عجلة التثاقل على سطحا النجم ، (٩)فترة دوران النجم أو سرعة دورانه عند خطه الاستوائى ، (١٠)المجال المغناطيسى ، (١١)التركيب الكيماوى .

ترتبط بعض هذه الأبعاد بالتعريف مع البعض الآخر فمثلا نجد أن الكثافة ϱ تتحدد بمعلومية كل من نصف القطر R والكتلة M للنجم ووبالتحديد فإن

$$\varrho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

على أن π هى النسبة التقريبية وتساوى ٣,١٤١٦ . كما أن إنتاج الطاقة المتوسط ε ينتج من كل من قوة الإشعاع L والكتلة . وبالتحديد فإن $\varepsilon = \frac{L}{M}$ كذلك فإن عجلة التثاقل على سطح النجم تعتمد على كل من الكتلة ونصف قطر النجم وبالتحديد فإن $g = \frac{GM}{R^2}$ حيث G هو ثابت الجاذبية (تساوى ٦,٦٧×١٠^٨ سم^٣ جم^-١ . ث^-٢) . وبين قوة الأشعاع ونصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة توجد العلاقة

$$L = 4\pi\sigma\, T_e^4 R^2$$

حيث σ هو ثابت ستيفان ـ بولتزمان (σ = ٥,٨×١٠^٥ إرج . سم^-٢ . ث^-١ . درجة^-٤)

ويعتمد النوع الطيفى لنجم ما على كل من درجة الحرارة الفعالة وعجلة التثاقل على سطح النجم وبالتالى على ما يسود فى غلاف النجم من ضغط . إذ أن كل من درجة الحرارة والضغط يتحكمان من حيث إثارة وتأين الغلاف الجوى وبالتالى فى شدة الخطوط الطيفية التى تحدد النوع الطيفى .

وإذا ما صرفنا النظر عن فترة الدوران وعن المجال المغناطيسى ، الذى يحتمل أن يتحدد أيضا بأبعاد

طبيعية أخرى فإنه تتبقى أربعة أبعاد لا ترتبط مع بعضها بعلاقات أساسها التعريف الفيزيائي للأبعاد المختلفة . (يمكن صرف النظر عن كل من فترة الدوران والمجال المغناطيسي لأنه أمكن فقط رصدهما في عدد قليل جدا نسبيا من النجوم . أما إذا كان لنجم ما دوران ملحوظ فإن أبعادا أخرى تتأثر بذلك مثل قوة الإشعاع وعجلة التثاقل) . وكأبعاد مستقلة فإننا نعتبر كل من الكتلة ، وقوة الإشعاع ، ونصف القطر ، والتركيب الكيماوى وكذلك النوع الطيفي ـ بسبب الارتباط المعقد بالأبعاد الفيزائية المختلفة . إلا أنه يتضح من نظرية التركيب الداخلى للنجوم ـ بصرف النظر عن كل من فترة الدوران والمجال المغناطيسى ـ أن الكتلة والتركيب الكيماوى وحدهما يحددان الحالة الفيزيائية للنجم ، أى أيضا قوة إشعاعه ونصف قطره . من هنا فإننا ـ بصرف النظر عن الدوران والمجال المغناطيسى ـ نجد أن هناك فقط بعدين مستقلين عن بعضهما وكل الأبعاد الأخرى تعتمد عليهما .

وما يتم رصده من قيم مزدوجة لبعدين نقوم بتوقيعه فى شكل حاله ، وفى أشهرها ،

الأبعاد الطبيعية المتوسطة لأنواع مختلفة فى طيفها وقوة إشعاعها بوحدات الشمس

النوع الطيفى ونوع قوة الاشاع	قوة الإشعاع	الكتلة	نصف القطر	درجة الحرارة الفعالة	الكثافة المتوسطة	متوسط إنتاج الطاقة	عجلة التثاقل على السطح
BO V	٨٠٠٠	١٧	٧ر٥	٣ر٨	٠ر٠٤	٤٠٠	٠ر٣
AO V	٦٠	٣ر٢	٢ر٦	١ر٨	٠ر٢	٢٠	٠ر٥
FO V	٦	١ر٨	١ر٤	١ر٣	٠ر٧	٤	٠ر٩
GO V	١	١ر١	١ر٠	١ر٠	١ر٠	٠ر٩	١ر١
KO V	٠ر٤	٠ر٨	٠ر٨	٠ر٨	١ر٦	٠ر٥	١ر٢
MO V	٠ر٠٦	٠ر٥	٠ر٦	٠ر٦	٢ر٠	٠ر١	١ر٤
FO III	١٥	٢ر٥	٤	١ر٠	٠ر٠٤	٦	٠ر٢
GO III	٤٠	٢ر٥	٦	٠ر٩	٠ر٠٠٣	١٢	٠ر٠٧
KO III	٨٠	٣ر٥	١٦	٠ر٧	٠ر٠٠٠١	٢٠	١ر٠١
MO III	٤٠٠	٥ر٠	٤٠	٠ر٦	ر٠٠٨	٨٠	٠ر٠٠٣
PO B	٢٠٠٠٠٠	٥٠	٢٠	٤ر٧	٠ر٠٠٦	٤٠٠٠	٠ر١
AO I	٢٠٠٠٠	١٦	٤٠	١ر٩	٠ر٠٠٠٢	١٠٠٠	٠ر٠١
FO I	٦٠٠٠	١٢	٦٠	١ر١	٠ر٠٠٠٠٦	٥٠٠	٠ر٠٠٣
DAO	٠ر٠٠٠٥	٠ر٦	٠ر٠١٣	١ر٢	٣٠٠٠٠٠	٠ر٠٠٠٨	٣٠٠٠
الشمس G2 V	٣ر٨٦ × ١٠^٣٣ إرج . ث^-١	١ر٩٩ × ١٠^٣٣ جم	٧ر٠ × ١٠^١٠ سم	٥٧٨٥ °ك	١ر٤ جم . سم^-٣	١ر٩ إرج.جم^-١ ث^-١	٢ر٧ ١٠^٤ سم ث^-٢

شكل هرتزسبرنج ـ رسل توجد العلاقة بين قوة الأشعاع والنوع الطيفى ، بينما فى شكل آخر نجد ← علاقة الكتلة ـ وقوة الإشعاع .

إن مدى تغيير الأبعاد الطبيعية المختلفة كبير جدا . ويوجد أقل تشتت فى كل من قيم الكتل ودرجات الحرارة الفعالة بينما نجد أن قيم الكثافة المتوسطة تتبعثر فوق أسس كبيرة للعدد عشره . ويحتوى الجدول الآتى على مدى تقريبى (وليست القيم المتطرفة المعروفة) للأبعاد الفيزايائية ، وكلها منسوبة إلى القيم الماظرة

الكتلة	من	١٥$^{-٢}$	إلى	٥٠
قوة الإشعاع	من	١٠$^{-٣}$	إلى	١٠^{٥}
درجة الحرارة الفعالة	من	٠,٥	إلى	١٢
نصف القطر	من	١٠$^{-٢}$	إلى	٣٠٠
الكثافة المتوسطة	من	١٠$^{-٧}$	إلى	١٠^{٥}
متوسط إنتاج الطاقة	من	١٠$^{-٢}$	إلى	١٠^{٤}

للشمس وعن الأبعاد الطبيعية كل على حده إنظر تحت أسمائها . ا

آبن إزرا

Abenezra *(A)*

هو أبراهام بار رابى بن إزرا (١٠٩٢ ـ ١١٦٧) اليهودى الذى شهد مؤرخو العلوم بقيمة كتاباته الرياضية والفلكية . ولد فى توليدو ، ثم رحل لعدة سنوات إلى كل من مصر وإيطاليا وزار إنجلترا وتوفى فى روما . وإعترافا بفضله على علم الفلك تم إطلاق إسمه على إحدى المناطق بالسطح غير المرئى من القمر .

إبن سينا

Avicenna *(A)*

هو أبو على إبن سينا (٩٨٠ ـ ١٠٣٧) الفيزيائى والفيلسوف الفارسى وأعظم أطباء عصره . رابط بين العلوم النظرية والعملية فى الطب وأضاف إليها . كما قام بأرصاد فلكيه ورأى ضرورة أن تكون سرعة الضوء متناهيه . وقد تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئى للقمر .

إبن الهيثم

Ibn El Haitham *(A)*

هو الحسن بن الهيثم الذى ولد فى البصره حوالى عام ٩٦٥ وتوفى فى مصر عام ١٠٣٩ . من عباقرة العرب . ترك آثارا خالده فى الرياضيات والطبيعة . وهو من علماء البصريات القليلين المشهورين فى العالم كله فى العصور الوسطى . وقد بقيت مؤلفاته منهلا لعلماء أوربا الذين سحرتهم بحوثه فى الضوء . ومن هذه المؤلفات كتاب المناظر ، الذى يعالج فيه موضوع إنكسار الضوء ومقاديره . وقد كان هذا الكتاب أهم مؤلف منذ عهد بطليموس ، الأمر الذى أدى إلى طبعه فى بازل عام ١٥٧٢ فكان عونا لكبلر فى أبحاثه . ولإبن الهيثم ما يزيد على عشرين رسالة فى الفلك منها مائية الأثر على وجه القمر وإرتفاع القطب وهيئة العالم .

إبن يونس

Ibn Junis *(A)*

هو أبو سعد عبد الرحمن بن يونس المولود بمصر حوالى عام ٩٥٠ والمتوفى بها عام ١٠٠٩ ـ من مشاهير الفلكيين الذين ظهروا بعد البتانى وأبو الوفا البوزجانى وربما كان أعظم فلكى فى عصره . سبق جاليليو إلى إختراع بندول الساعه . ولنبوغه أجزل له الفاطميون العطاء . وأنشئوا له مرصدا على جبل المقطم قرب الفسطاط ، وأمره العزيز الفاطمى بعمل جداول فلكية أتمها فى عهد الحاكم ، ولد العزيز ، وسماها « الزيج الحاكمى » . إشتمل هذا الزيج على ٨١ فصلا وكانت تعتمد عليه مصر فى تقويم الكواكب . وقد ترجمت بعض فصول هذا الزيج إلى اللغات

الأجنبيه . وإبن يونس هو الذى رصد كسوف الشمس وخسوف القمر عام ٩٧٨ فى القاهره ، وأثبت فيها تزايد حركة القمر ، وحسب ميل دائرة البروج فجاءت أدق ما عُرف قبل إدخال الآلات الفلكيه الحديثه . وتقديرا لجهوده الفلكيه تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئى من القمر .

أبو الفدا

Abulfeda *(A)*

هو إسماعيل أبو الفدا (١٢٧٣ـ ١٣٣١) الأمير السورى المولود بمدينة دمشق من نسب يتصل بوالد صلاح الدين . أحد عباقرة الجغرافيين العرب فى مدرسة المأمون العلميه بمدينة بغداد . كتب موسوعة فى الجغرافيا جمع فيها أعمال من سبقوه ، كما ضمنها طرقا جديده لتعيين خطوط عرض وطول الأماكن . كان مؤرخا وفلكيا . ولما له من أفضال على تقدم العلوم الفلكيه تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئى من القمر .

أبو الوفا

Abul Wefa *(A)*

رياضى وفلكى عربى كبير ولد حوالى عام ٩٤٠ م فى بتسوجان (فارس) وتوفى عام ٩٩٨ م . إشتغل بالفلك وأستخدم القياسات الهندسية فى المسائل الفلكية كما أصدر كتابا فلكيا شاملا .وهو مكتشف ثانى أكبر إختلاف فى حركة القمر المداريه وذلك عام ٩٨٠ (نسب هذا الإكتشاف إلى تيكوبراهى) ولما له من أفضال على تقدم العلوم الفلكيه تم إطلاق إسم أبى الوفا على احدى مناطق السطح غير المرئى من القمر .

أبو جَلَمْبو

crab
cancer *(sm)*, écrivisse *(sf)*
Krebs *(sm)*

← سديم أبو جلمبو

أبولُّو

Apollo *(L)*
apollo
apollo *(sm)*
Apollo *(sm)*

← كويكب

الإتجاهات السماوية

celestial directions
directions celestes *(pf)*
Himmelsrichtungen *(pf)*

هى الاتجاهات إلى تقاطع كل من دائرة الزوال والدوائر الرأسية مع الأفق . والاتجاهات السماوية الأصلية هى الشمال N والشرق () والجنوب S والغرب W . والشمال والجنوب يتحددان بنقط تقاطع دائرة الزوال مع الأفق (فى نقطة الشمال ونقطة الجنوب) ، بينما الشرق والغرب يتحددان بنقطتى الأفق اللتان تتلاقيان عندهما الدائرة ، التى تصنع زاوية ٩٠° على كل من الأفق ودائرة الزوال (نقطتى الشرق والغرب) . كما يمكن الاشارة إلى إتجاهات بينية مثل الجنوب الغربى SW وجنوب الجنوب الغربى SSW . وتزداد شمالية نقطة ما على الكرة السماوية كلما إقتربت تلك النقطة من القطب الشمال . وعن الطرق السريعة لتعيين الإتجاهات السماوية ← التوجية بالأجرام السماوية .

الإتحاد الفلكى الدولى

International Astronomical Union (IAU)
Union Internationale Astronomique (UIA) *(sf)*
International Astronomische Union, (IAU) *(sf)*

إتحاد يضم جميع الفلكيين فى كل الدول بهدف العمل سويا للنهوض بعلم الفلك . ينعقد مؤتمر الإتحاد الفلكى الدولى كل ثلاث سنوات (١٩٦٤ هامبورج ، ١٩٦٧ براغ ، ١٩٧٠ بريتون ، ١٩٧٣ سيدنى ، ١٩٧٦ جرينوبل ، ١٩٧٩ منتريال ، ١٩٨٢ باتراس) ويستمع إلى تقارير عن التقدم فى جميع فروع الأبحاث الفلكية . ينقسم العمل العلمى فى الإتحاد الفلكى الدولى إلى

أكثر من ٥٠ لجنة علمية تهتم بالمجالات المختلفة. بجانب ذلك ينعقد عديد من الإجتماعات الدولية العلمية بين حين وآخر.

الإتساع

expansion
expansion *(sf)*
Expansion *(sf)*

(١) إتساع الكون ←── الممدد ؛
(٢) إتساع الخطوط الطيفية ←── الإتساع الضغطى.

الإتساع الضغطى

pressure broadening
élargissment par pression *(sm)*
Druckverbereitung *(sf)*

هو إتساع او زيادة فى عرض الخطوط الطيفية بدرجة تعتمد على ضغط الغاز ←── الطيف.

الإتصالين

syzygies
syzygies *(pf)*
Syzygien *(pf)*

هما وقتا الهلال والبدر (←── أوجه القمر).

إثاره

excitation
excitation *(sf)*
Anregung *(sf)*

هى إنتقال إليكترون فى الذرة من مدار ذا طاقة أقل إلى مدار ذا طاقة أكبر (←── تركيب الذرة). وفرق الطاقة ـ **طاقة الإثارة** ـ لابد أن يُعطى للذره عن طريق الإصطدام فى حالة **الإثارة بالتصادم** أو بإمتصاص كم ضوئى فى حالة **الإثارة الضوئية**. والطاقة $h\nu$ (h هوكم بلانك الفعال) للكم الضوئى الممتص لابد أن تساوى تماما طاقة الإثارة ΔE بحيث تعطى الذبذبة ν بالعلاقة $h\nu = \Delta E$ وبعد مضى فترة زمنية أقل عادة من ١٠$^{-8}$ ث فإن الاليكترون يعود من تلقاء نفسه إلى مستوى الطاقة الأقل ويُشع أثنا ذلك ضوءا (ضوء الإثارة). فى حالة التعادل الحرارى لكتلة غازية تحدث عدد من عمليات الإثارة مساو لعمليات الإشعاع التى تُزيل الإثارة، ومن هذا التعادل نستطيع حساب عدد الذرات الموجودة فى مستوى طاقة معين. بهذه الطريقة نحصل على قاعدة بولتزمان للتوزيع التى تقول بأنه فى غاز ما يزداد عدد الذرات المثارة كلما إرتفعت درجة حرارة الغاز.

الإثارة الإصطدامية

collisional excitation
excitation par collision *(sf)*
Stossanregung *(sf)*

←── الإثارة

الإثارة الضوئية

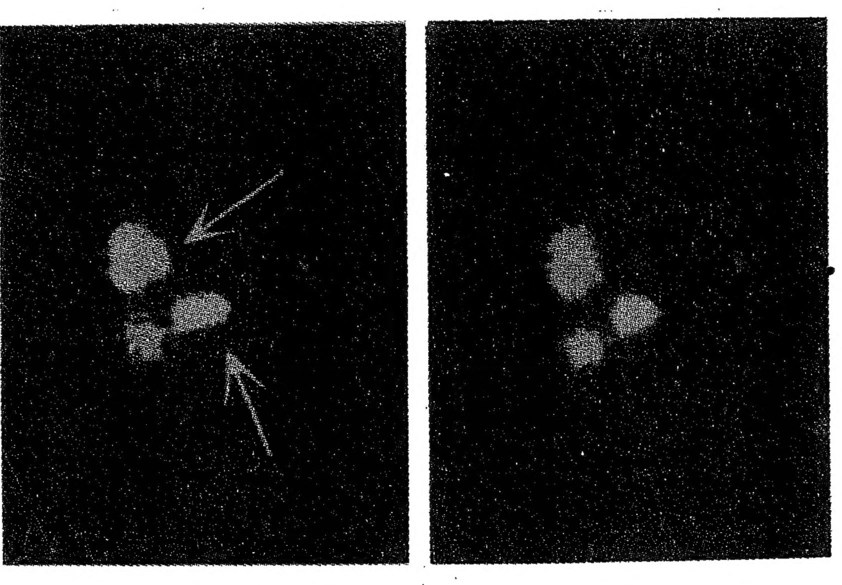
photoexitation
photoexcitation *(sf)*
Photoanregung *(sf)*

هى ←── إثارة ذره ما عن طريق إمتصاص الضوء.

أجسام هربج هارو

Herbig - Haro - Objects
objects de Herbig - Haro *(pm)*
Herbig - Haro - Objecte *(pn)*

مناطق خافتة الإضاءة على الكرة السماوية ولها أشكال عُقَدية ويبدو فيها غالبا شكل نواة على هيئة نجم، وقد سميت هذه الأجسام بإسم مكتشفيها. لأجسام هربج هارو إشعاعا مستمرا وخطوط إنبعاث قوية. كما أن تلك الأجسام توجد فى مناطق غنية بمادة ما بين النجوم التى يدل عليها الإمتصاص القوى. وتوجد مزاعم مختلفة بأن أجسام هربج هارو عبارة عن نجوم حديثة التكوين. وقد لفتت الصور التى ألتقطت لأجسام هربج هارو فى منطقة الجبار الأنظار عام ١٩٥٤ وذلك بعد إكتشاف نواتين شبيهتين بنجم لم يكونا موجودين من قبل على صوره إلتقطت فى عام



جسم هربج – هارو رقم ١ فى كوكبة الجبار . وقد إلتقطت الصورة اليسرى عام ١٩٤٧ بينما اليمنى عام ١٩٥٤ . ويدل السهمان على موضعين لم يكونا مميزين فى اللقطة القديمة .

١٩٤٧ . ومما يضعف من هذه الإحتمال أن أجسام هربج هارو ليس لها فقط زيادة فى اللمعان وإنما أيضا تغيير ضوئى .

أجنحة الخطوط الطيفية

wings of the spectral lines
ailes de raies *(pf)*
Linienflügel *(sm)*

← لطيف .

الأجهزة

instruments
instruments *(pm)*
Instrumente *(pn)*

يستخدم فى الفلك أنواع كثيرة من الأجهزة ، إلا أن أهمها أجهزة الأرصاد التى يتم بها رصد الأجسام الموجودة خارج الأرض . وبجانب ذلك فإننا نحتاج إلى سلسلة من الأجهزة الاضافية وأجهزة إستخلاص النتائج من الأرصاد .

تستخدم أجهزة الرصد لإستقبال ودراسة وقياس ما يصلنا من إشعاع الأجسام غير الأرضية . ولما كانت هذه الأجهزة تعمل فى الغالب على إستقبال الأشعة الضوئية فإن الأجهزة الفلكية هى آلات ضوئية قبل كل شئ . إن أهم جهاز رصد هو ← المنظار الذى يختص بتجميع ما يصلنا من ضوء وتكوين الصورة وتكبير زاوية البصر . وإذا ما إحتوت المناظير التى تؤدى هذه الوظيفة على عدسات فإنها تسمى ← بالمناظير الكاسره ، أما إذا كانت مزودة بمرايا فإنها تسمى ← بالمناظير العاكسة . ويمكن إستخدام المنظار مباشرة لمشاهدة الأجسام الفلكية كما يمكن كذلك إستعمالها على شكل كاميرات للتصوير الفلكى ، والاستخدام الأخير هو الغالب فى الوقت الحديث ، إذ تمكننا خاصية تجميع المناظير للضوء ، وخصوصا مع إستعمال تكنيه التصوير ، من الوصول إلى أجسام خافته لم يكن من الممكن رؤيتها بالعين المجرده . ولا تستخدم كفاءة المنظار فى تكبير الزوايا للرصد المريح فقط وإنما فى زياده دقة قياس الزوايا ، الشئ الذى يتطلبه تحديد الاتجاهات ، ومن هنا فإن المناظير فى صورها المختلفة تزود بأجزاء إضافية خاصه مثل الميكرومترات ، ← آلة القياس الزاويه . ولقياس أصغر الزوايا تستخدم ← مقاييس التداخل . ويتطلب قياس شده ما يصلنا من ضوء الأجسام غير الأرضية ، أى لمعانها ، أجزاء إضافية أخرى ، ← الفوتومتر . وتلك الأجهزة الإضافية يمكن أن تُركب كجزء من أجهزة

الرصد على المنظار . أما إذا اريد فحص طيف الإشعاع فإن ذلك يستلزم تركيب جزء مكمل على المنظار ← المطياف .

وفى الأرصاد الشمسية تستخدم أنواع كثيرة من الأجهزة الخاصة تختلف أساسا عما يستخدم فى الأرصاد الفلكية الأخرى وذلك لشدة غزارة إشعاع الشمس .

منذ الأربعينيات يتم رصد ما يصلنا من إشعاع الأجسام غير الأرضية فى النطاق الراديوى ، الشئ الذى تطلب تطوير ← أجهزة الفلك الراديوى تختلف عما سواها من أجهزة النطاق البصرى .

وطالما أننا لم نتمكن من إستخلاص النتائج على المنظار مباشرة فإن هذا يتطلب أجهزة أخرى للتحليل واستخلاص النتائج . يتضح ذلك بجلاء فى الأرصاد الفوتوغرافية . ولتحليل ودراسة الألواح الفوتوغرافية فإننا نستخدم أنواع خاصة من ← الفوتومترات و ← أجهزة المقارنة و ← جهاز قياس الأحداثيات .

وأخيرا فإنه من الضرورى أيضا لكثير من الأرصاد الفلكية من ← ساعات دقيقة وكذلك ← كرونوجرافات (أى كاتبات الزمن) .

تعتمد الأبحاث الفلكية دائما على مستوى تكنولوجية الرصد وبالتالى على الحالة التكنولوجية لأجهزة الأرصاد . ويؤدى إدخال أجهزة فلكية جديد إلى تقدم ملموس فى فروع كثيرة من الفلك . كذلك فإن العكس صحيح ، اذ يعطى التقدم الكبير لفرع ما من فروع الفلك أفكارا جديدة لتشييد أجهزة حديثة .

عرض تاريخى : قبل إختراع المنظار كانت جميع الأجهزة الفلكية عبارة عن أجهزة قياس زوايا وكانت تستخدم فى تتبع مكان ومسار الأجرام السماوية بطريقة أفضل مما يمكن بواسطة العين المجردة . وعلى وجه الخصوص فقد استخدمت تلك الأجهزة فى تحديد الزمن .

«والجنومون» أو المزولة الرأسية

من الأجهزة القديمة وكان معروفا أيام البابليون وإستخدمته كذلك شعوبا أخرى كثيرة . وهذا الجهاز عبارة عن قائم رأسى نتتبع ظله ، أى عبارة عن ساعة شمسية بسيطة ، يشير فيها إتجاه الظل إلى إتجاه الشمس كما يعطى طول الظل درجة إرتفاع الشمس . وكان من الممكن تحديد التاريخ من السنة تقريبا عن طريق إختلاف طول الظل وقت الظهر أى بواسطة درجة الإرتفاع العبورى للشمس . وفى ساعات شمسية أخرى كان قائم الظل يصنع على شكل كره موضوعة فى جسم مقعر . وكانت مثل هذه الأجهزة معروفة لدى الاغريق بإسمى **الاسكاف والهليوتروب** . وفى أرصاد الشمس من حيث تحديد النقط الزمنية الهامة للحسابات مثل نقطتى الإنقلاب الشمسى بنيت فى كثير من البلاد أجهزة كبيرة للمشاهدة أشهرها ما هو موجود فى «ستونى هنجى» بإنجلترا . ومن آلات المشاهدة القديمة سهله الحمل **مسطرة إختلاف المنظر** . وبها كان الجرم السمارى يشاهد فوق قائم يدور على قائم آخر على أن يقرأ إرتفاع الجرم السماوى على قائم ثالث يقفل المثلث . وكانت **الحلقة** أو **الأرميله** متعددة الإستعمال وأستخدمها على سبيل المثال كل من هيبارخ وبطليموس فى كثير من الأرصاد . وتتكون هذه الآلة من عديد من الدوائر المقسمة والتى يمكن إدارة بعضها داخل البعض الآخر ، كما روعى فيها وجود الدوائر الأساسية للكره السماوية خصوصا البروج والأفق ودائرة الزوال ويتم ضبط مؤشر مع إتجاه الجرم السماوى وقراءة إحداثياته . وقد قام العرب بتطوير هذه الآلة إلى **الاسطرولاب** الذى لم يقتصر إستخدامه فقط على تحديد أماكن النجوم بل تجاوز ذلك إلى حل المسائل الفلكية الكروية . وبعد **القائم الصليبى (قائم يعقوب أو العصى المستقيمة)** المصنوع من عدة عصى على شكل صليب إحدى الأجهزة السهلة للمشاهدة . ويرجع تصميم **آلة الربع** إلى العصور القديمة ، وقد ظلت هذه أهم الأجهزة الفلكية حتى

إختراع المنظار . وتتكون آلة الربع من قائم متحرك يمكن بواسطة قراءه إرتفاع النجم على دائرة عمودية مقسمة . وقد بُنيت آلات ربع كبيرة تم تثبيتها على حوائط فى إتجاه خط الزوال واستخدمت تلك الأرباع الحائطية ، كنواه لمناظير الزوال الحالية ، فى أرصاد العبور . وإذا أمكن إدارة آلة الربع على محور بحيث يمكن قراءة زاوية السمت عليها فإنها تعرف بآلة الربع السمتيه . وقد ظلت آلة الربع تتحسن مع الزمن فى شكلها ودقة تواريخها وازداد إرتفاعها عن الأرض وتجلى أوج تطورها فى الآلات الشهيرة التى إستخدمها تيكوبراهى . وترجع جميع الأجهزة المستخدمة فى العصور الوسطى أساسا إلى تصميات من العصور القديمة .

حدث التغيير الأساسى فى ذلك الوضع بإختراع المنظار حوالى عام ١٦٠٠ أو بدقة أكثر فى القول ، بإدخال المنظار فى الأرصاد الفلكية على يد جاليلى عام ١٦٠٩ . تم إختراع المنظار فى هولندا أولا . ومن الواضح أن ذلك حدث فى مناطق كثيرة فى نفس الوقت . ويعد كل من ج . ليبرهى (ليبرزهايم) ولابرى و ج . متيوس وز . يانسن مخترعا للمنظار . ويعرف الشكل من المناظير الذى إستخدمه جاليلى بمنظار جاليلى أو المنظار الهولندى أما المنظار الفلكى أو منظار كبلر فقد قام كبلر بتصميمه . أدى إدخال المنظار فى الأرصاد السماوية إلى تطور ثورى فى تكنولوجية تلك الأرصاد وإلى الحصول على معلومات جديدة تماما مثل ما حدث بعد ذلك عندما أدخل التطوير فى التصوير الفوتوغرافى . ومن المدهش أن المنظار لم يستخدم فى قياس الزوايا إلا فى النصف الثانى من القرن السابع عشر . وعلى سبيل المثال نجد هيفيليوس يشاهد بشوق القمر والكواكب بواسطة منظار من صنعه إلا أنه استعمل على الرغم من ذلك آلة الربع كآلة قياس زوايا وذلك لتحديد الأماكن . أما تطوير المناظير بتركيب دوائر لآلات القياس فقد تم حوالى عام ١٦٧٠ خصوصا على يد الفلكى الفرنسى بيكارد (١٦٢٠ ـ ١٦٨٢) . ويعد تلميذه رومر المخترع الحقيقى لمنظار الزوال وآلة العبور . كان أول منظار عاكس أدخل فى مجال الفلك من تصميم نيوتن عام ١٦٧١ الذى إستخدم فيه مرايا معدنية مشطوفة . وبعد حوالى ١٠٠ سنة إستعمل وليام هرشل أيضا مرايا معدنية يصل قطرها إلى متر فى صنع منظاره العاكس الشهير . وأُدخلت المرايا الزجاجية المفضضة بدلا من المرايا المعدنية فى منتصف القرن التاسع عشر . وفى القرن الماضى كان للفلكى ج.فراونهوفر أفضال كثيرة فى تطوير المنظار الفلكى ، فقد عُرفت فى جميع أنحاء العالم المرايا التى قام بشطفها كما لا يزال نظامه فى تصميم المنظار معمولا به حتى الآن . وفى النصف الثانى من القرن الماضى تم فتح مجالات جديدة للأرصاد الفلكية لم تكن تطرق على بال وذلك بإدخال التصوير الفلكى . وقد تأثر كذلك تصميم المنظار الذى أصبح يستخدم على شكل كاميرا . وبالمثل فإن علم الطيف وتطبيقاته الفلكية يعد من منجزات القرن الماضى . فقد قام فراونهوفر بدراسة طيف الشمس بمطيافة . وجاء التقدم الفاصل فى عام ١٨٩٠ عندما أدخلت المطيافات الفوتوغرافية أى دراسة الطيف بطريقة التصوير وليس بالعين مباشرة . وكان للعالم هـ.س . فوجل فى بوتسدام فضل كبير فى تطوير المطياف النجمى . كما تم تطوير أسطروجرافات عديدة العدسات لتصوير الحقول الكبيرة من النجوم وظلت الوسيلة الوحيدة لهذا الغرض حتى عام ١٩٣٠ إلى أن قام ب . شميت بتصميم منظار عاكس مستخدما النظام الذى إخترعه للمنظار . كانت أولى الآلات الراديويه هى أجهزة القياس الراديوى التى بنيت واستخدمت أثناء الحرب العالمية الثانية .

الأجهزة الفلكية

astronomical instruments
instruments astronomiques *(pm)*
astronomische Instrumente *(pn)*

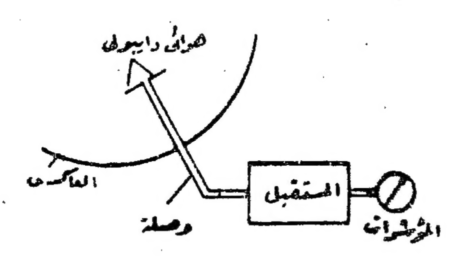
← الأجهزة

أجهزة الفلك الراديوى

radio astronomical instruments
instruments radio - astronomiques *(pm)*
radioastronomische Instrumente *(pn)*

أجهزة إستقبال وقياس ما يصل من الكون من إشعاع راديوى ذى أطوال موجية تتراوح بين ١مم و٢٠م (وهو ما يعادل ذبذبات من ٣٠٠٫٠٠٠ إلى ١٥ ميجا هرتز). تختلف أجهزة الفلك الراديوى كثيرا عن الأجهزة البصرية التى ندرس بها الموجات الأقصى. تتكون أجهزة الفلك الراديوى من (أ) هوائيات، (ب) مُستقبل، (جـ) مجموعة التداريج والمؤشرات. وكما هو الحال فى معظم الأرصاد الفلكية فإننا لا نرغب فى إستقبال الإشعاع القادم من جميع الاتجاهات وإنما فى المرة الواحدة من منطقة صغيرة فى السماء، وبقدر الإمكان كثير من إشعاع المنطقة تحت الرصد. من أجل ذلك تُستخدم هوائيات مُوَجَّهة كما هى العادة فى إستقبال الموجات القصيرة جدا فى كل من التليفزيون والرادار. وتتطلب الأجهزة الراديوية الفلكية شيئين أساسيين: (١) لابد أن تكون على كفاءة عالية من التوجيه أى بالتالى كفاءة تفريق جيدة، حتى يمكن على سبيل المثال التفريق بين كل من إشعاعى منبعين قريبين جدا من بعضهما وتميز كل منهما على حدة وتعيين مكانيهما بدقة، (٢) لابد أن يكون من المستطاع بواسطتها الاستدلال على الإشعاع الخافت جدا. وهذا المطلبان غير ممكنى التحقيق فى نفس الوقت غالبا. لهذا تم تطوير أجهزة مختلفة تخدم أغراضا كثيرة وتتباين إلى حد كبير فى مظهرها ومنها المناظير الراديوية وكذلك مجموعات الهوائيات المتراصة بجانب بعضها البعض وأيضا مجموعات التداخل.

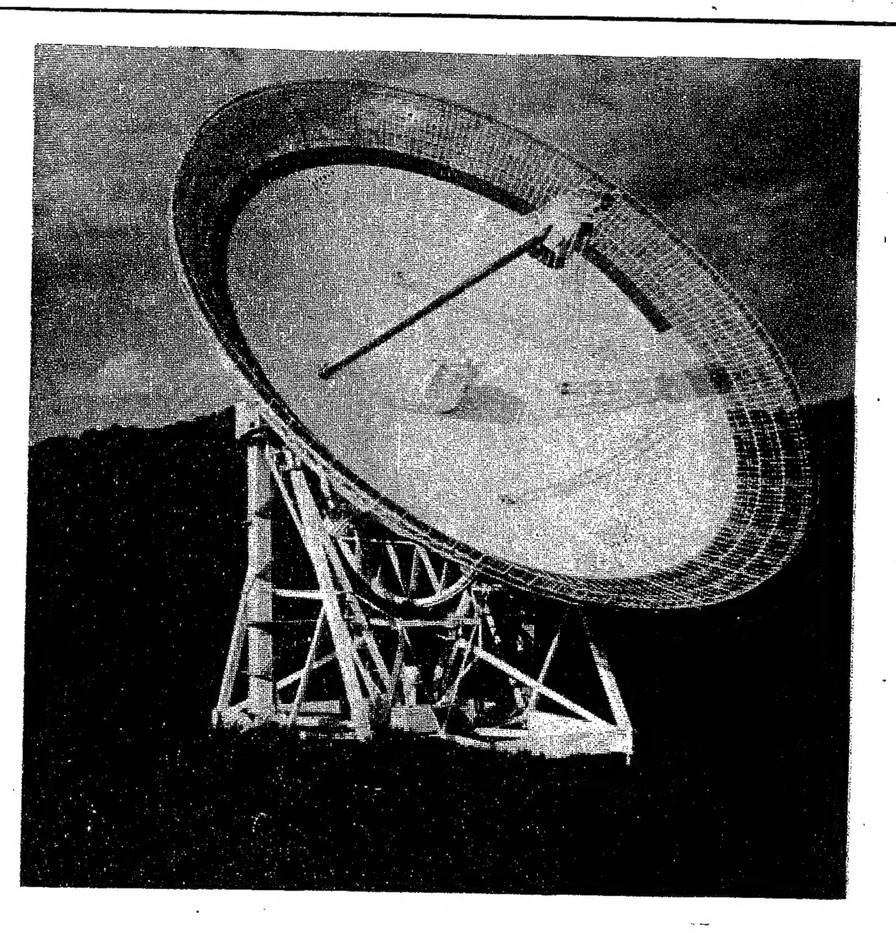
(أ) الهوائيات: **المنظار الراديوى** هو أقرب الأجهزة الراديوية إلى الأجهزة البصرية. وفى هذا المنظار يتم توجيه الهوائى بواسطة عاكس على شكل قطع مكافىء يعمل على تجميع ما يقابله من إشعاع فى بؤرته (الشكل ١). وفى البؤرة يوضع الهوائى وهو فى



(١) رسم تخطيطى لمنظار راديوى

الغالب ثنائى القطب وطوله مساو لنصف طول موجة الشعاع المراد إستقباله. يتكون السطح المكافىء من قضبان من الصلب ومغطى بصفائح معدنية أو بشبكة سلكية حتى يقل تأثير الرياح. وفى الحالة الأخيرة فإن إتساع عيون الشبكة لابد أن يكون صغيرا بالنسبة لطول الموجة حتى يحدث إنعكاس حقيقى يتم تشييد العاكس بحيث يمكن بواسطته رؤية أى جزء فى السماء وكذلك متابعة هذا الجزء فى أثناء دورانه اليومى الظاهرى. ومن الأرخص تجهيز وتركيب جهاز زوال راديوى يتحرك فقط فى خط الزوال. ويتم أخذ الأرصاد بهذا الجهاز عندما يتواجد الجسم فى أو بالقرب من الزوال. بالاضافة إلى ذلك فقد أستحدثت مناظير هائلة يتم بواسطتها رصد المنابع الراديوية القريبة من سمت الرأس. تُعطى قوة توجيه المنظار الراديوى بواسطة كفاءة التفريق α، وهى فى نفس الوقت عبارة عن مقياس لحجم المنطقة التى نستقبل منها الاشعاع فى السماء وتعتمد كفاءة التفريق على قطر العاكس D وعلى طول الموجة λ للإشعاع الذى نستقبله. وعلى فرض قياس كلاهما بالأمتار فإن $\alpha = 70^\circ \times \frac{\lambda}{D}$ فعلى سبيل المثال إذا عملنا بطول موجة ١ م فإن ذلك يتطلب أن يكون قطر العاكس ٧٠ م حتى نحصل على كفاءة تفريق ١°. وكفاءة التفريق هذه أسوأ بكثير مما هى فى حالة المناظير البصرية. يرجع ذلك إلى أن طول الموجة الراديوية حوالى ١٠⁴ إلى ١٠⁸ مرة أكبر من الموجات البصرية. وكى نحصل على كفاءة تفريق مرضية إلى حد ما، لابد لنا من بناء مناظير راديوية عملاقة.

يوجد أكبر المناظير الراديوية كاملة الحركة التى



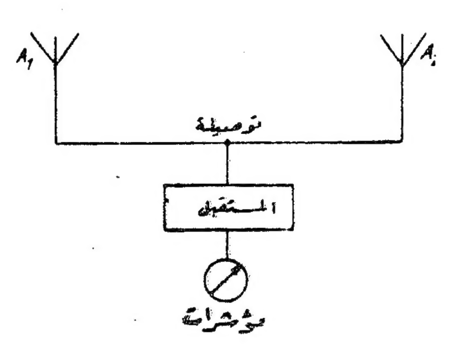
(٢) منظار معهد ماكس بلانك للفلك الراديوى ، الذى يعد بقطره البالغ ١٠٠ م أكبر منظار راديوى كامل الحركة .

بنيت حتى الآن بالقرب من جبل إيفل بقطر ١٠٠م ويتبع معهد ماكس بلانك للفلك الراديوى ومقره بون عاصمة جمهورية ألمانيا الإتحادية . أما أكبر وأكبر منظار راديوى ثابت يوجد فى أريسيبو ، بيرتوريكو بقطر ٣٠٥م وهو أكبر سطح إستقبال .

إن بناء مناظير راديوية كبيرة مكلف جدا . من هنا فقد شاعت أجهزة فلكية مكونة من أنواع مختلفة من الهوائيات المسطحة . مثلا عديد من الهوائيات ثنائية القطب منظمة بجانب بعضها أمام مستوى على شكل حائط شبكي عاكس . ومثال آخر يتكون من مجموعات هوائيات ياجى توضع أمام وخلف الهوائى ثنائى القطب كموجهات . إنه ولكى يمكننا التحديد الدقيق لأماكن المنابع الراديوية فإننا نبنى أنواعا عديدة من أنظمة التداخل (مقياس التداخل الراديوى) وهذه فى أبسط صورها عبارة عن هوائيين A_1 ، A_2 موضوعين على مسافة كبيرة بقدر الإمكان من بعضها على أن يكون الخط الواصل بينهما فى إتجاه الشرق ـ غرب تماما (الشكل ٣) . ويتصل جهاز الاستقبال عند منتصف الوصله بين الهوائيين . ونحصل من خلال تداخل (أى التراكم الناتج عنه تبعا لاتجاه الشعاع القادم تقويه أو إضمحلال) الذبذبات المُلتقطة فى الهوائيين على زيادة فى كفاءة التوجيه فى إتجاه الشرق ـ غرب ، فتعطى المؤشرات بذلك أكبر إنحراف عند عبور منبع راديوى لخط الزوال ، لأن لذبذبات المُلتقطة تتراكم موضحة أقصى قيمة . وبتحديد زمن هذه الرصدة يمكن معرفة إحداثى المنبع ونستطيع بذلك معرفة المطلع المستقيم بدقة . أى أن أجهزة التداخل هذه تعمل كأجهزة

(٣) منظار بورتريكو ، الذى يعد بقطره البالغ ٣٠٥م أكبر منظار راديوى على الاطلاق .

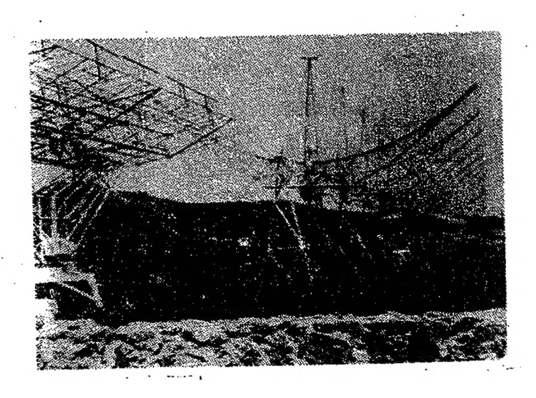
عبور تتحدد كفاءة تفريقها بالنسبة بين طول الموجة والمسافة بين الهوائيين وحديثا أستخدمت مناظير راديوية بلغ البعد بين هوائييها بضع آلاف الكيلومترات . فوصلت بذلك كفاءة التفريق إلى ٠٫٠٠٠٠٥ . وهو ما يقابل أكبر المناظر البصرية . إن مثل هذه الأجهزة العملاقة لا تعمل كجهاز تداخل مرحلى وإنما تداخل بشدة الإشعاع ← مقياس التداخل . وحتى نحصل أيضا فى الميل على دقة عاليه يتم الربط بين مجموعتين أو أكثر من التداخلات فى حالة صليب ـ ميلس تُصنع



(٤) رسم تخطيطى لمقياس تداخل هوائيه A_1 A_2

مجموعتين من مقاييس التداخل على شكل صليب ذراعية فى كل من الشرق ـ غرب . والشمال ـ جنوب .

(ب) ، (ج) المُستقبل ولوحات المؤشرات : يتصل الهوائى بجهاز الاستقبال ، الذى تتحول فيه الذبذبات إلى ذبذبات صغيرة يجرى تقويتها وإختيار نطاق ضيق منها فقط . أى أن كل الأجهزة الفلكية الراديوية مونوكروماتية تقيس فى نطاق ضيق فقط من طيف الإشعاع الساقط . ولابد أن يكون المُستقبل ثابتا فى تقويته وحساس لدرجة كبيرة لأن الشعاع الذى نستقبله ضيق جدا ويظهر فقط كإضطراب يعلو بسيطا عما حوله .



(٥) منظار مرصد بيوراكان بجمهورية أرمينيا ويرى على اليسار حائط دايبولى وعلى اليمين هوائى على شكل قطع مكافئ إسطوانى .

يتصل بالمستقبل مجموعات لوحات نرى عليها شدة الإشعاع . وفى أبسط الحالات توجد مجموعات كاتبة ، ترسم على لوحة منتظمة الدوران خطا يُعبر إرتفاعه عن صفر ما مقياسا لشدة الإشعاع الذى نستقبله .

إحتراق

heliacal
heliaque
heliakisch

منسوب إلى الشمس . **الشروق الإحتراق** ← الشروق .